

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PERENCANAAN ALOKASI AIR SECARA PARTISIPATORIS PADA SUATU WILAYAH SUNGAI

Waluyo Hatmoko¹⁾, R. Wahyudi Triweko²⁾, Doddi Yudianto³⁾

¹ Peneliti di Puslitbang Sumber Daya Air
^{2,3} Fakultas Teknik Universitas Parahyangan
e-mail: whatmoko@yahoo.com

Diterima: 27 Februari 2012; Disetujui: 19 April 2012

ABSTRAK

Alokasi air berdasarkan paradigma baru pengelolaan sumber daya air terpadu, menuntut peran aktif dari para pengelola wilayah sungai dan pengguna air. Adanya suatu sistem pendukung keputusan untuk alokasi air berbasis masyarakat pengguna air, diharapkan akan membantu para pengelola wilayah sungai dan pemilik kepentingan dalam mengalokasikan air. Makalah ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi kebutuhan keberadaan sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan alokasi air yang berbasis masyarakat pengguna air, dan mengkaji perkembangan sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan alokasi air secara partisipatoris. Pada beberapa negara, sistem pendukung keputusan untuk alokasi air telah berkembang pesat menjadi sistem pendukung negosiasi, sistem pendukung negosiasi berbasis internet, dan pembantu resolusi konflik. Disimpulkan bahwa untuk mendorong keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan alokasi air, maka perlu dikembangkan sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan alokasi air secara partisipatoris. Pengembangan ini dapat dilakukan berdasarkan sistem yang sudah ada dan telah berjalan dalam perencanaan alokasi air strategis, yaitu untuk penyusunan pola dan rencana pengelolaan sumber daya air; perencanaan taktis untuk alokasi air tahunan dan pemberian izin penggunaan air; serta pelaksanaan operasional alokasi air secara tepat waktu. Penerapannya perlu disesuaikan dengan kondisi masyarakat, kelembagaan dan alam di Indonesia.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, alokasi air, partisipatoris, strategis, taktis, tepat-waktu

ABSTRACT

The new paradigm of water resources management in water allocation management demands active participation from the river basin organization as well as the water users. A Decision Support System (DSS) for community based water allocation may help the water management stakeholders in allocating the water. This paper discusses the concept and implementation of the DSS for water allocation, especially for participatory decision making; the purpose of its application in Indonesia for long term water allocation at strategic level, and annual planning to achieve a fair, efficient and sustainable water allocation. In some countries, DSS for water allocation have been developed into an internet based negotiation support system and conflict resolution. Whereas in the case for Indonesia, implementation of the DSS for water allocation has to consider the condition of the society, law and institution, as well as the nature of river basins. It is concluded that to encourage the involvement of the stakeholders in water allocation management, a participatory DSS for water allocation in Indonesia should be developed. The development is to be based on the existing system for strategic planning, tactical annual planning, and real-time operational water allocation.

Keywords: Decision Support System, water allocation, participatory, strategic, tactics, real-time water allocation

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta meningkatnya kondisi sosial dan ekonomi masyarakat, maka akan meningkat pula kebutuhan air untuk berbagai penggunaan. Di lain pihak, air yang tersedia jumlahnya relatif tetap, bahkan kualitasnya cenderung menurun karena

pencemaran. Hal ini akan mengakibatkan munculnya konflik kepentingan (*conflict of interest*) atas air. Semakin hari air dirasakan semakin langka, semakin rawan konflik kepentingan atas air. Konflik air yang semula hanya bersifat antarindividu atau kelompok masyarakat pengguna air, dengan semangat desentralisasi dan otonomi daerah, akan

berpotensi meningkatkan konflik setempat tersebut menjadi konflik antarkabupaten/kota yang tidak diinginkan, misalnya seperti yang telah terjadi antara Kota Cirebon dengan Kabupaten Kuningan.

Untuk mengatasi konflik atas air tersebut, maka perlu dilakukan alokasi air agar masyarakat pengguna air akan mendapatkan air sesuai dengan haknya secara adil, efisien dan berkelanjutan. Cara pandang air sebagai komoditas ekonomi harus tetap memerhatikan fungsi sosial bagi masyarakat dan fungsi lingkungannya antara lain untuk memelihara keseimbangan lingkungan, kelangsungan hidup flora dan fauna, mencegah intrusi air asin, estetika, dan kesehatan masyarakat. Pembagian air antar hulu-hilir maupun antarsektor pengguna air perlu dialokasikan sedemikian rupa agar diperoleh keadilan, serta manfaat yang optimal dan berkelanjutan.

Pada awal milenium ketiga ini dirasakan bahwa untuk mengatasi berbagai permasalahan sumber daya air, perlu dilakukan perubahan paradigma, yang merupakan dasar cara berpikir. Pengelolaan alokasi air berdasarkan paradigma baru pengelolaan sumber daya air terpadu, menuntut para pengelola wilayah sungai dan pengguna air untuk lebih berperan aktif. Kebijakan alokasi air diputuskan bersama oleh pengelola wilayah sungai dan pengguna air. Sistem partisipatoris yang demokratis ini terbentur pada kenyataan beragamnya latar belakang pendidikan dan pengetahuan para pengguna air yang dapat menghambat proses pengambilan keputusan alokasi air secara partisipatoris.

Adanya sistem pendukung keputusan (SPK) untuk alokasi air berbasis masyarakat pengguna air, yang menyajikan informasi sumber daya air dalam bentuk yang mudah dicerna, serta memberikan gambaran apa yang akan terjadi jika suatu tindakan dilaksanakan, tentu akan sangat membantu para pengelola wilayah sungai dan pemilik kepentingan dalam perencanaan alokasi air pada tingkat strategis maupun operasional, secara adil, efisien dan berkelanjutan. Perencanaan strategis alokasi air di Indonesia, pada tahap penyusunan pola dan rencana pengelolaan sumber daya air di wilayah sungai memang telah menggunakan model komputer untuk alokasi air, dan juga menyertakan para pemilik kepentingan dalam Pertemuan Konsultasi Masyarakat (PKM). Meskipun demikian, kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan sistem pendukung keputusan tersebut oleh para pemangku kepentingan belum optimal.

Makalah ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi kebutuhan akan adanya sistem

pendukung keputusan untuk pengelolaan alokasi air yang berbasis masyarakat pengguna air, dan mengkaji perkembangan sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan alokasi air secara partisipatoris.

Metodologi penelitian ini adalah studi pustaka. Studi pustaka diawali dengan kajian mengenai perubahan paradigma pengelolaan sumber daya air yang telah melahirkan berbagai peraturan mengenai perencanaan alokasi air di Indonesia, yang mendorong keterlibatan masyarakat pengguna air di samping pengelola wilayah sungai dalam membuat keputusan perencanaan alokasi air. Kajian pustaka dilanjutkan dengan mempelajari berbagai konsep dan implementasi sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan untuk membantu proses perencanaan alokasi air secara kolektif, pada berbagai negara. Pembahasan dilakukan untuk mengkaji sistem alokasi air di Indonesia dibandingkan dengan yang ada di negara lain, dan kemungkinan diterapkannya sistem pendukung keputusan untuk perencanaan alokasi air secara partisipatoris.

ALOKASI AIR DI INDONESIA

1 Perubahan Paradigma Pengelolaan Sumber Daya Air

Pada awal milenium ketiga ini terjadi perubahan paradigma pengelolaan sumber daya air, seperti pada Tabel 1. Paradigma baru pengelolaan sumber daya air tersebut ternyata berlangsung serempak di berbagai belahan dunia. Empat prinsip *Integrated Water Resources Management (IWRM)* yang telah disepakati di Dublin tahun 1992 adalah (GWP, 2000): 1) air jumlahnya terbatas, sehingga diperlukan pengelolaan dengan pendekatan holistik, memadukan pengembangan sosial ekonomi dengan perlindungan ekosistem alami; 2) pengembangan dan pengelolaan harus berdasarkan pendekatan partisipatif, dengan melibatkan pihak terkait antara lain masyarakat, perencana dan pembuat keputusan pada setiap tingkatan; 3) wanita memiliki peranan penting dalam pengelolaan dan perlindungan air; dan 4) air memiliki nilai ekonomi dan sosial.

Di Indonesia, perubahan paradigma, dan semangat IWRM telah menjiwai Undang-undang No. 7 / 2004 tentang Sumber Daya Air, yang mencakup lima aspek, yaitu konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, pengendalian daya rusak air, peran-serta masyarakat, dan keterbukaan sistem informasi. Semangat IWRM dalam Undang-undang nomor 7 tahun 2004 menuntut keterbukaan informasi dan keterlibatan masyarakat pemilik kepentingan

dalam seluruh aspek pengelolaan sumber daya air, termasuk perencanaan alokasi air.

Tabel 1 Perubahan paradigma pengelolaan sumber daya air

Aspek	Masa lalu	Masa kini
Wawasan	Ekonomi	Lingkungan
Peran pemerintah	Penyedia (<i>Provider</i>)	Fasilitator (<i>enabler</i>)
Kewenangan	Sentralisasi	Desentralisasi
Hak asasi manusia akan air	Kurang diperhatikan	Diperhatikan
Pengembangan	Fisik	Fisik dan non-fisik
Pengelolaan	Eksplorasi	Konservasi
Kebijakan	Top down	Peran serta masyarakat
Data dan informasi	Tertutup	Transparan
Kegiatan	Pengembangan	Pengelolaan

Sumber: Bappenas (2007)

2 Alokasi Air

Alokasi air adalah penjatahan air permukaan untuk berbagai keperluan pada suatu wilayah sungai dalam memenuhi kebutuhan air bagi para pengguna air dari waktu ke waktu dengan memerhatikan kuantitas dan kualitas air, berdasarkan asas pemanfaatan umum, keseimbangan dan pelestarian sumber air. Prioritas alokasi air diatur pada Pasal 29 Undang-undang no. 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, bahwa "Penyediaan sumber daya air ditujukan untuk memenuhi kebutuhan air dan daya air serta memenuhi berbagai keperluan sesuai dengan kualitas dan kuantitas; dilaksanakan sesuai dengan penatagunaan sumber daya air yang ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan pokok, sanitasi lingkungan, pertanian, ketenagaan, industri, pertambangan, perhubungan, kehutanan dan keanekaragaman hayati, olahraga, rekreasi dan pariwisata, ekosistem, estetika, serta kebutuhan lain yang ditetapkan sesuai dengan peraturan perundang-undangan".

Penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan irigasi bagi pertanian rakyat dalam sistem irigasi yang sudah ada merupakan prioritas utama penyediaan sumber daya air di atas semua kebutuhan. Yang dimaksud dengan kebutuhan pokok sehari-hari adalah air untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari yang digunakan pada atau diambil dari sumber air yang bukan dari saluran distribusi, untuk keperluan sendiri guna mencapai kehidupan yang sehat, bersih dan produktif, misalnya untuk keperluan ibadah, minum, masak, mandi, cuci dan peturasan. Penjelasan Undang-undang nomor 7/2004 menyatakan bahwa yang dimaksud dengan pertanian rakyat adalah budi daya pertanian yang

meliputi berbagai komoditi yaitu pertanian tanaman pangan, perikanan, peternakan, perkebunan, dan kehutanan yang dikelola oleh rakyat dengan luas tertentu yang kebutuhan airnya tidak lebih dari dua liter per detik per kepala keluarga.

Urutan prioritas penyediaan sumber daya air lainnya, ditetapkan pada setiap wilayah sungai oleh pemerintah atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya. Apabila penetapan urutan prioritas penyediaan sumber daya air menimbulkan kerugian bagi pemakai sumber daya air, pemerintah atau pemerintah daerah wajib mengatur kompensasi kepada pemakainya.

Alokasi air untuk pengusaha sumber daya air harus didasarkan pada rencana alokasi air yang ditetapkan dalam rencana pengelolaan sumber daya air wilayah sungai bersangkutan, dan ditetapkan dalam izin pengusaha sumber daya air dari pemerintah atau pemerintah daerah. Dalam hal rencana pengelolaan sumber daya air belum ditetapkan, izin pengusaha sumber daya air pada wilayah sungai ditetapkan berdasarkan alokasi air sementara, yaitu alokasi yang dihitung berdasarkan perkiraan ketersediaan air debit andalan yang dapat diandalkan dengan memperhitungkan kebutuhan pengguna air yang sudah ada.

3 Tingkatan Alokasi Air

a) Alokasi air strategis

Alokasi air dapat dilakukan pada 3 tingkatan, yaitu tingkat strategis, tingkat taktis, dan tingkat operasional. Pengelolaan alokasi air tingkat strategis, menurut Undang-undang no. 7/2004, adalah untuk kurun waktu 20 tahun, diwujudkan dalam bentuk penyusunan Pola dan Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air di Wilayah Sungai,

antara lain menentukan pembangunan infrastruktur alokasi air seperti bendungan, bendung dan saluran, serta berbagai alternatif pengelolaan alokasi air. Alokasi air untuk jangka waktu 20 tahun didasarkan pada rencana alokasi air yang ditetapkan dalam rencana pengelolaan sumber daya air wilayah sungai. Rancangan rencana pengelolaan sumber daya air disusun secara terpadu pada setiap wilayah sungai berdasarkan strategi pengelolaan sumber daya air yang dipilih dari alternatif strategi yang terdapat dalam pola pengelolaan sumber daya air. Strategi tersebut merupakan strategi yang dipilih oleh wadah koordinasi pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai yang bersangkutan.

Rancangan pola pengelolaan sumber daya air disusun untuk jangka waktu 20 tahun, dan memuat: (a) tujuan pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai yang bersangkutan; (b) dasar pertimbangan yang digunakan dalam melakukan pengelolaan sumber daya air; (c) beberapa skenario kondisi wilayah sungai; (d) alternatif pilihan strategi pengelolaan sumber daya air untuk setiap skenario, dan (e) kebijakan operasional untuk melaksanakan strategi pengelolaan sumber daya air.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 22 tahun 2009 mengenai Pedoman Penyusunan Pola Pengelolaan Sumber Daya Air menyatakan bahwa dalam penyusunan Pola PSDA, harus dilaksanakan Pertemuan Konsultasi Masyarakat (PKM) minimal dua kali. Dengan demikian dalam proses penyusunan Rencana Alokasi Air harus dilaksanakan PKM paling tidak empat kali, yaitu dua kali pada penyusunan Pola, dan dua kali pada penyusunan Rencana. Hal ini telah memberikan ruang untuk keterlibatan masyarakat pengguna air dalam menyusun rencana alokasi air.

b) Alokasi air taktis dan tahunan

Pengelolaan alokasi air taktis dilaksanakan untuk menghadapi kondisi yang tidak sesuai dengan rencana. Rencana tahunan telah lazim dilaksanakan oleh Panitia Irigasi, yang menyusun dan mengusulkan Rencana Tata Tanam Global (RTTG) untuk disahkan oleh Gubernur atau Bupati. berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 20/2006 tentang Irigasi, Panitia Irigasi berubah menjadi Komisi Irigasi, yang beranggotakan unsur pemerintah dan perwakilan petani pemakai air. Tugas Komisi Irigasi adalah: a) merumuskan kebijakan untuk mempertahankan dan meningkatkan kondisi dan fungsi irigasi; b) merumuskan rencana tahunan penyediaan air irigasi; c) merumuskan rencana tahunan pembagian dan pemberian air irigasi bagi pertanian dan keperluan lainnya; dan d)

merekomendasikan prioritas alokasi dana pengelolaan irigasi.

c) Alokasi air tingkat operasional

Pada tingkat operasional, secara tepat waktu atau *real-time*, yaitu untuk pelaksanaan alokasi air pada tengah-bulan atau sepuluh harian, atau pada hari berikutnya, bagaimana jumlah air yang tersedia dialokasikan pada berbagai penggunaannya. Di Indonesia, pengelolaan alokasi air secara tepat waktu ini baru dilaksanakan di Perum Jasa Tirta 1 di Sungai Brantas (Harnanto, 2004), Perum Jasa Tirta 2 di Sungai Citarum (Mayasari, 2008), dan beberapa balai percontohan seperti di Sungai Sampean (Tohary, 1999).

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK ALOKASI AIR

Piranti lunak untuk membantu alokasi air kerap kali disebut dengan nama Sistem Pendukung Keputusan untuk Alokasi Air atau *Decision Support System (DSS) for water allocation*, karena fungsinya membantu pengambilan keputusan alokasi air. Nandalal dan Simonovic (2003) mendefinisikan DSS merupakan suatu sistem informasi yang mendukung aktivitas pengambilan keputusan, digunakan secara interaktif untuk membantu para pengambil keputusan untuk menggunakan data, dokumen, pengetahuan, dan model, untuk mengidentifikasi, memecahkan masalah dan mengambil keputusan. Berdasarkan konteksnya, Power (2007) membagi DSS menjadi yang lebih berorientasi pada salah satu komponennya, yaitu: data, model, komunikasi, dokumen, dan pengetahuan atau *knowledge*.

Sejarah perkembangan sistem pendukung keputusan umumnya untuk pengelolaan sumber daya air, dan secara khusus untuk alokasi air, yang berawal dari penerapan pendekatan analisis sistem dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air dijelaskan oleh Loucks et al. (1981) serta Louck dan van Beek (2005). Dalam kedua sumber tersebut dinyatakan bahwa teknik analisis sistem yang lazim diterapkan dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, adalah teknik simulasi, teknik optimasi, analisis multi-kriteria, dan pendekatan sistem.

1 Model Simulasi

Perbandingan berbagai model simulasi dilakukan oleh Sechi dan Sulis (2010), yang mengkaji AQUATOOL (Valencia Polytechnic University), MODSIM (Colorado State University), RIBASIM (DELTAIRES), WARGI-SIM (University of Cagliari) dan WEAP (Stockholm Environmental Institute). Secara teoritis, kelemahan model

simulasi adalah begitu banyaknya solusi atau rencana yang layak, sehingga sulit mencari solusi yang optimal. Akan tetapi pada praktiknya model simulasi sangat bermanfaat untuk mengkaji apa yang terjadi jika suatu tindakan atau strategi diterapkan, atau dikenal dengan nama *what-if scenario*.

Salah satu penggunaan model simulasi disajikan oleh Van Cauwenbergh et al. (2007) dalam pengelolaan alokasi air di Sungai Andarax di Almeria, Spanyol. Keputusan alokasi air untuk jangka panjang diambil berdasarkan multisasaran oleh banyak pihak, yaitu irigasi, air bersih, dan lingkungan. Sistem pendukung keputusan disusun untuk mengurutkan alternatif pengelolaan sumber daya air menurut kinerja sosio-ekonomi dan lingkungan. Sistem pendukung keputusan ini dihubungkan dengan indikator keberlanjutan melalui proses partisipasi.

Contoh penggunaan model simulasi untuk menghadapi perubahan iklim diterapkan di Sungai Volta di Afrika Barat oleh Leemhuis et al. (2009) dengan menggunakan model pengelolaan wilayah sungai Mike-Basin. Sistem ini dilengkapi dengan model ketersediaan air yang mengakomodasi berbagai skenario perubahan iklim dari IPCC, dan skenario kebutuhan air untuk berbagai keperluan. Simulasi berbagai skenario digunakan untuk mengkaji dampak pembangunan waduk-waduk skala kecil dengan berbagai skenario perubahan iklim dan kondisi kekeringan yang berturut-turut.

2 Model Simulasi berdasarkan Hak Guna Air

Sistem pendukung keputusan untuk alokasi air yang disusun berdasarkan hak guna air, dan yang banyak diterapkan di berbagai negara antara lain adalah MODSIM (Labadie, 1995), dengan berbagai pengembangannya, misalnya K-MODSIM DSS, *Decision Support System for River Basin Management* (Hwan Ko, 2005). MODSIM dirancang untuk mengembangkan strategi wilayah sungai, untuk pengelolaan jangka pendek, jangka panjang, menghadapi kekeringan, analisis hak guna air, dan menangani konflik permasalahan perkotaan, pedesaan dan lingkungan. Optimasi fungsi tujuan akan menjamin pemenuhan air sesuai prioritasnya, berdasarkan hak guna air, atau penilaian ekonomi, sesuai dengan kondisi fisik, hidrologis serta aspek hukum dan kelembagaan wilayah sungai.

Berger et al. (2002) menjelaskan manfaat sistem pendukung keputusan berbasis internet, di Sungai Servier, Utah, Amerika Serikat. Bagian paling sulit adalah menentukan aliran dasar, pembagian air dari tampungan, dan penentuan zona aliran. Adanya sistem pendukung keputusan untuk alokasi air mempermudah perhitungan hak guna air, yang dihitung secara tepat waktu setiap

harinya, dan dapat diakses melalui internet. Sistem pendukung keputusan yang menghubungkan model dengan sistem pemantauan aliran sungai, bendung dan waduk ini memberikan informasi tentang status hak guna air, dan jumlah air yang tersedia.

Sistem alokasi air di Rio Grande Hilir di Texas dikaji oleh Roman (2005) dengan menggunakan model *Water Rights Analysis Package* (WRAP). Dalam kajian tersebut dilakukan 3 buah simulasi, yaitu relokasi antar pengguna air, untuk pengutamakan kebutuhan aliran di sungai, dan pengelolaan kekeringan. Hasil studi menunjukkan bahwa air untuk rumah tangga dan perkotaan dapat digunakan untuk irigasi dan aliran lingkungan tanpa memengaruhi keandalan pemakai air rumah-tangga dan perkotaan. Juga diusulkan berbagai strategi untuk meningkatkan efisiensi sistem secara menyeluruh, yang membutuhkan perubahan peraturan dan kebijakan yang mendasar.

3 Model Optimasi

Model optimasi mencari solusi yang optimal. Metode ini pada umumnya memaksimalkan fungsi tujuan yang berupa manfaat, atau meminimumkan fungsi kerugian, dengan batasan fungsi kendala. Jika fungsi tujuan dan kendalanya berbentuk linear, maka optimasinya dinamakan pemrograman linear.

Pemrograman dinamik merupakan prosedur optimasi, yang penyelesaiannya dilakukan dalam beberapa tahap keputusan. Sedangkan pemrograman nonlinear mencakup teknik pencarian, pemrograman kuadrat, dan pemrograman geometrik. Algoritma genetik merupakan teknik optimasi yang semakin banyak digunakan pada optimasi irigasi, pemanfaatan air tanah, dan operasi waduk.

Teknik optimasi kerap kali dianggap terlalu kaku dengan keterbatasan ruang gerak solusinya. Untuk permasalahan alokasi air, kenyataannya model optimasi yang meminimalkan fungsi penalti, atau memaksimalkan fungsi manfaat ini berfungsi pula sebagai model simulasi, dengan menggiring air menuju pengguna air dengan prioritas dan kemanfaatan yang lebih tinggi. Hal ini terlihat pada model WRMM (Illich, 2001) dan model Aquarius (Alfieri et al., 2005). Keterbatasan model optimasi untuk diterapkan pada permasalahan alokasi air adalah bahwa harus diberikan nilai kerugian atau manfaat secara kuantitatif pada kondisi kekurangan air, suatu hal yang sulit dilakukan untuk evaluasi kinerja alokasi air yang pada umumnya bersifat multi kriteria.

4 Teknik Analisis Multikriteria

Teknik analisis multikriteria fungsinya membandingkan, dan memberi urutan prioritas dari berbagai alternatif, dimana penilaian dilakukan berdasarkan berbagai kriteria. Salah satu jenis teknik analisis multikriteria yang populer adalah *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, yang memberikan urutan prioritas alternatif berdasarkan kriteria yang terstruktur. Teknik untuk menganalisis multi kriteria lainnya yang lazim digunakan adalah (*payoff table*), yang merupakan aplikasi teori keputusan, dengan membandingkan antara untung ruginya berbagai tindakan pada berbagai kondisi yang mungkin terjadi; analisis penawaran (*trade-off analysis*), untuk mencari kondisi yang optimal; analisis apa yang akan terjadi (*what-if analysis*), memprediksi apa yang akan terjadi jika suatu strategi dilaksanakan; dan analisis sensitivitas (*sensitivity analysis*), yang mengkaji dampak suatu strategi terhadap perubahan skenario dan preferensi (Cai dan McKinney, 1997).

Berbagai jenis metode evaluasi multi-kriteria atau Multi Criteria Evaluation Methods (MCEM) dibandingkan oleh Mahmoud dan Garcia (2000) dalam mengevaluasi berbagai alternatif pengelolaan waduk Red Bluff di Sungai Sacramento, California. Adapun metode multi-kriteria yang dibandingkan adalah rata-rata berbobot, atau *Weighted Average (WA)*; *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations (PROMETHEE II)*; *Compromise Programming (CP)*, *Elimination and Choice Translating REality (ELECTRE II)*; dan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Kajian ini menempatkan metode rata-rata berbobot yang paling unggul berdasarkan kriteria konsistensi hasil, kemudahan interaksi dengan pemakai, dan kegunaannya untuk para profesional maupun masyarakat awam.

Kelemahan metode analisis multi kriteria ini adalah bahwa proses yang terjadi, seperti bagaimana proses alokasi air dari mulai ketersediaan air, pengaturan bangunan air, dan air yang diberikan untuk berbagai keperluan, tidak dapat dimodelkan. Pada umumnya analisis multi-kriteria ini dilaksanakan setelah dilakukan berbagai analisis dengan metode simulasi atau optimasi, yang memberikan hasil pada setiap alternatif untuk berbagai kriteria yang dinilai.

5 Sistem Pendukung Keputusan untuk Alokasi air secara Partisipatif

Pada masa lalu perencanaan dan pelaksanaan alokasi air dilaksanakan sepihak oleh pengelola wilayah sungai, dan piranti lunak untuk alokasi air cukup dijalankan oleh pengelola wilayah sungai secara individual. Seiring dengan perubahan

paradigma pengelolaan sumber daya air membuat masyarakat juga semakin berperan serta di setiap tahap pengelolaan sumber daya air. Dengan demikian diperlukan suatu sistem pendukung keputusan alokasi air untuk mendukung proses pengambilan keputusan secara kolektif oleh masyarakat pengguna air, agar diperoleh pemahaman yang sama dalam menuju suatu konsensus bersama.

Pendekatan partisipatif yang menyertakan masyarakat pengguna air dan pengelola wilayah sungai untuk mengambil keputusan bersama dalam alokasi air pada dasarnya merupakan suatu proses negosiasi dalam mengatasi konflik untuk mencapai konsensus bersama. Nandalal dan Simonovic (2003) mengusulkan pendekatan sistem untuk resolusi konflik alokasi air. Suatu pendekatan sistem memiliki tiga peranan dalam memecahkan konflik yaitu 1) penyelidikan ilmiah mendefinisikan sistem yang terpengaruh dan komponennya, mengindikasikan keterkaitan antar berbagai komponen; 2) menjelaskan karakteristik dari berbagai komponen, termasuk sistem fisik, ekosistem, dan masyarakat serta lembaga yang terkena dampak, beserta keinginan dan tindakan yang dapat mereka lakukan; dan 3) memperkirakan besarnya dampak yang akan terjadi secara kuantitas fisik, maupun berdasarkan sistem nilai dari masyarakat dan lembaga yang terkait. Perbedaan dari pendekatan secara sistem dibandingkan dengan pendekatan tradisional disajikan pada Tabel 2.

Selanjutnya Nandalal dan Simonovic (2003) menjelaskan bahwa DSS dapat dibagi atas *Individual DSS* dan *Group DSS (GDSS)*. Sistem pendukung keputusan secara kolektif atau GDSS ini dinamakan juga sebagai *Negotiation Support System (NSS)*. Pada akhirnya NSS berkembang menjadi *Negotiation Process Support System (NPSS)*. Dalam NPSS terdapat beberapa teknik, yaitu teknik merencanakan bersama (*collaborative planning*), pendekatan konsensus, dan analisis skenario.

Untuk memfasilitasi pemangku kepentingan yang secara geografis terletak berjauhan, sehingga tidak mungkin melaksanakan pertemuan secara fisik, Kersten (1989) memperkenalkan istilah Internet Negotiation Support System (INSS), yaitu sistem pendukung keputusan yang berbasis internet. INSS ini memiliki fasilitas untuk menyatakan dan menilai preferensi, sistem penyampaian pesan, dan penyajian grafis kemajuan proses negosiasi. Sistem ini memungkinkan berbagai pihak untuk dapat menyetujui dan memberikan komentar berbagai pilihan solusi melalui internet.

Sementara itu Stephenson et al. (2007) menggunakan istilah *Computer-aided dispute resolution (CADRe)* sebagai suatu pendekatan untuk negosiasi dengan berbagai pihak yang bertikai, dengan menggunakan model simulasi. CADRe merupakan gabungan antara dua bidang keilmuan yang berkembang pesat, yaitu negosiasi dan pengambilan keputusan, serta perkembangan model komputer untuk mendukung pengelolaan sumber daya air.

Sejarah perkembangan DSS menjadi NSS, dan selanjutnya berkembang menjadi sistem negosiasi yang berbasis internet, dan sebagai alat bantu dalam perundingan duduk bersama, disajikan pada Gambar 1, yang merupakan penyempurnaan dari Nandalal dan Somonovic (2003).

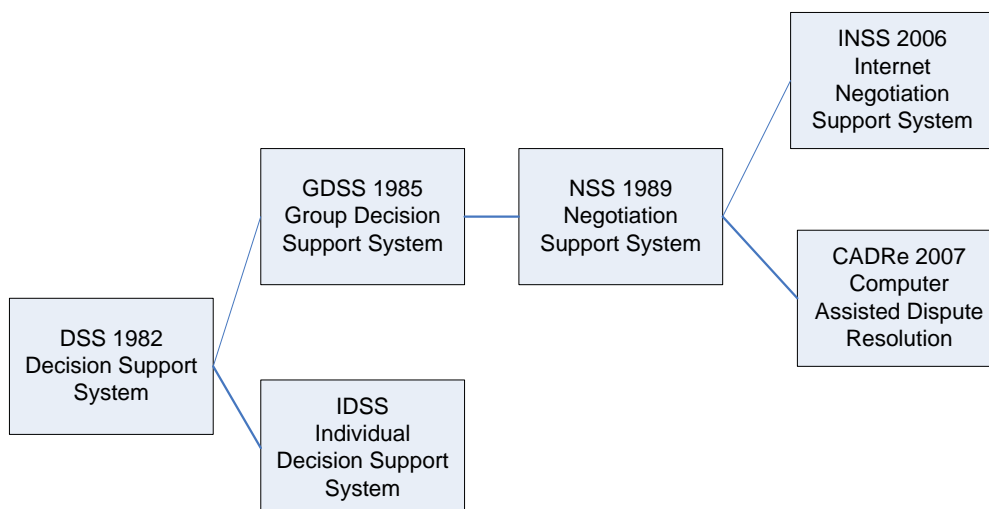
NSS merupakan bagian dari DSS untuk membantu dalam situasi adanya ketidaksetujuan antara berbagai pihak mengenai keputusan apa yang harus diambil. Aplikasi NSS pada dunia nyata pada saat ini memang masih belum banyak, tetapi

potensi penerapannya pada masa mendatang cukup baik. Menurut Kersten (1989) penyebabnya adalah 1) para pimpinan dan profesional telah semakin akrab dengan DSS; 2) teknologi internet dan komunikasi akan menuju pada negosiasi di dunia maya; 3) tekanan waktu, banyaknya data, dan semakin kompleksnya permasalahan mendorong penggunaan DSS dan NSS; dan 4) bertambah mudah digunakannya NSS, dengan visualisasi data dan teknik multimedia.

Di Indonesia, Suyanto et al. (2001) menerapkan NSS di Kabupaten Lampung Barat untuk mengatasi konflik kepemilikan lahan pada hutan pemerintah. NSS merupakan proses mengelola konflik pengelolaan sumber daya alam pada suatu wilayah ekosistem, seperti daerah aliran sungai. NSS mendorong dialog, dan negosiasi, vertikal dan horizontal, didukung oleh penelitian dan pengembangan partisipatoris untuk memecahkan konflik yang memberikan keuntungan kepada pihak-pihak yang bersengketa, dan tetap menjaga keberlanjutan lingkungan.

Tabel 2 Pendekatan sistem untuk resolusi konflik (Nandalal dan Simonovic, 2003)

Maksud	Pendekatan tradisional	Pendekatan sistem
Kurun waktu	Jangka pendek	Jangka panjang
Saat penerapan	Setelah konflik memuncak	Sebelum konflik memuncak
Respon pemilik kepentingan	Bertahan	Reflektif dan terbuka
Fokus	Oposisi individual	Sistem
Penanganan kompleksitas	Polarisasi	Dialog
Tanggung jawab terhadap konflik	Menyalahkan pihak lain	Peran masing-masing dalam konflik



Gambar 1 Perkembangan Sistem Pendukung Keputusan sampai saat ini, modifikasi dari Nandalal dan Simonovic (2003)

Assimacopoulos (2004), serta Apostolaki dan Assimacopoulos (2007) memaparkan pengalaman penerapan proses *Visioning* dan RIDA (*Resources-Infrastructure-Demand-Access*) untuk mendorong dialog antarpemilik kepentingan, dan merumuskan keterkaitan sistem tata air perkotaan di Alexandria, daerah aliran sungai Nil, di Mesir.

Carraro (2005) menyatakan bahwa sesuai dengan fungsinya, NSS dapat dibagi atas: a) sistem persiapan negosiasi, mendukung perencanaan strategis sebelum negosiasi atau juga sebagai sistem informasi negosiasi, yang menunjang pada saat negosiasi; b) sistem pendukung konteks negosiasi, yang fokus pada perilaku sistem, perkembangan dan pemilihan strategi; dan c) sistem pendukung proses negosiasi atau Negotiation Process Support System (NPSS) yang membantu proses negosiasi dan dinamikanya, mengidentifikasi hal-hal yang disetujui oleh pihak yang bertikai.

a) Model Simulasi Alokasi Air Generik

Penggunaan model simulasi alokasi air generik, seperti DSS-Ribasim, MODSIM, WEAP, dan MIKE-Basin juga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan alokasi air, dengan menyertakan masyarakat (Assaf et al., 2008). Model generik ini agar memenuhi syarat untuk digunakan secara partisipatoris sebaiknya dapat digunakan untuk identifikasi dan evaluasi berbagai alternatif praktek dan kebijakan sumber daya air, mudah digunakan, interaktif, fleksibel, dan dapat digunakan di berbagai lokasi. Peran pemangku kepentingan dalam proses pengambilan keputusan adalah dengan secara bersama: menggambar skematisasi sistem tata air; identifikasi lokasi dan permasalahannya; pemasukan data pada lokasi tertentu; menguji seberapa jauh berbagai asumsi berbeda itu memengaruhi keputusan yang akan diambil; dan melaksanakan simulasi dengan berbagai skenario dan strategi. Kesertaan masyarakat ini akan menimbulkan rasa memiliki bahwa keputusan dan model komputer ini adalah milik bersama.

b) Perencanaan Visi Bersama

Pendekatan *Shared Vision Planning* (SVP) dimulai sejak tahun 1970 oleh U.S. Army Corps dalam merevisi strategi pengelolaan Sungai Potomac, secara partisipatif (Imwiko et al., 2007). Pendekatan ini berkembang pada tahun 1988, dalam menyusun Metode Persiapan Kekeringan (*Drought Preparedness Method*) dalam Studi Kekeringan Nasional (*National Drought Study*) untuk meningkatkan pengelolaan sumber daya air di Amerika Serikat. Pendekatan kolaborasi ini diuji coba pelaksanaannya pada pengelolaan kekeringan di lima daerah aliran sungai, dengan sukses besar

dicapai di dua kasus, yaitu Danau Ontario, dan DAS Rappahannock; dan kegagalan pada sebuah kasus. Kegagalan yang terjadi disebabkan oleh rendahnya kemampuan, motivasi dan insentif masyarakat terkait (Lorie et al., 2007).

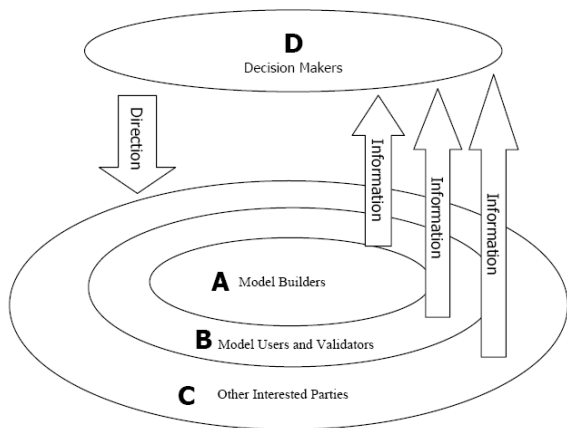
SVP merupakan suatu pendekatan perencanaan, yang menggunakan metodologi perencanaan sumber daya air secara “tradisional”; partisipasi masyarakat secara terstruktur; dan pemodelan kolaboratif dalam menyusun sistem pendukung keputusan (Cardwell, 2008). Langkah-langkah perencanaan dalam SVP serupa dengan langkah-langkah “tradisional” pada *Planning Manual* (Yoe dan Orth, 1996), akan tetapi SVP menyertakan stakeholder pada seluruh proses perencanaan. Tahap perencanaan tersebut adalah: 1) identifikasi permasalahan dan peluang; 2) inventarisasi dan peramalan sumber daya; 3) perumusan rencana alternatif; 4) evaluasi rencana alternatif; 5) membandingkan rencana alternatif; dan 6) memilih rencana yang direkomendasikan. Perencanaan “tradisional” ini dipandang sebagai pilar pertama dari SVP.

Pilar kedua SVP adalah partisipasi stakeholder secara terstruktur. Pendekatan yang digunakan tidak membawa semua lapisan masyarakat ke dalam forum, akan tetapi menggunakan lingkaran pengaruh, atau *Circle of Influence* (COI), untuk menyertakan berbagai stakeholder dalam beberapa format dan intensitas. Metode ini mengelompokkan partisipan menurut peranannya dalam studi, di samping memelihara komunikasi antar kelompok. Terdapat 4 peranan *stakeholder*, yaitu 1) pembuat model; 2) pengguna model dan yang memvalidasi; 3) semua pihak yang tertarik; dan 4) pembuat keputusan. Lingkaran pada Gambar 2, menunjukkan bahwa *stakeholder* pada suatu lingkaran akan memberi kepercayaan penuh atas hasil-hasil yang dicapai oleh *stakeholder* pada lingkaran di dalamnya.

Pilar ketiga dari pendekatan ini adalah sistem pendukung keputusan, dengan kriteria: mudah digunakan; transparan, juga bagi masyarakat yang bukan pemrogram; dapat dijalankan dengan cepat, untuk menghasilkan evaluasi skenario dan alternatif secara real-time; keluarannya memang diperlukan oleh seluruh stakeholder; model harus dapat diandalkan, and cukup detail, agar dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang sebenarnya. Model yang banyak digunakan dalam SVP selama ini antara lain adalah STELLA yang merupakan model dinamika sistem, dan Microsoft-Excel.

Keunggulan pendekatan SVP ini adalah kemampuan untuk menggambarkan keterkaitan antar unsur dari sistem yang sangat rumit, yang dimungkinkan dengan penggunaan model

komputer secara transparan; dan kemampuan untuk mensimulasikan berbagai skenario dan rencana alternatif, dalam waktu yang sangat singkat, dan memungkinkan para perencana bersama pemangku kepentingan untuk menjawab berbagai pertanyaan “bagaimana jika” atau *what if*.



Gambar 2 Stakeholder dalam SVP (Cardwell, 2008)

Pendekatan SVP ini terlihat menjanjikan jika diterapkan pada konflik yang masih baru atau intensitasnya masih rendah, sebelum mempertimbangkan alternatif hukum atau politik; atau konflik dengan intensitas yang lebih tinggi, dimana telah dicapai kesepakatan, atau insentif memelihara berjalannya proses (Lund dan Palmer, 1997). Cardwel et al.. (2008) melaporkan bahwa pengembangan dan aplikasi model visi bersama

dalam studi pengelolaan sumber daya air pada saat kekeringan, telah dilaksanakan secara intensif. Manfaat dari model visi bersama ini, sesuai dengan namanya adalah konsensus akan dapat dicapai, sebab semua pihak berpartisipasi dalam pengembangan model. Meskipun demikian, jika jumlah pemilik kepentingan yang terlibat konflik begitu banyak, teknik lain, misalnya dengan kuesioner, mungkin akan lebih berhasil. Michaud (2009) menyusun berbagai kriteria untuk mengevaluasi penerapan model kolaborasi di Amerika Serikat, pada beberapa kasus yang disajikan pada Tabel 3.

Metode kolaborasi yang serupa dengan SVP adalah Sandia, yang dikembangkan oleh Sandia National Laboratories, bekerjasama dengan US Army Corps of Engineer, juga menggunakan pendekatan partisipatif, dengan bantuan dengan model simulasi dinamika sistem. Perangkat lunak dinamika sistem yang digunakan pada umumnya adalah Powersim. Penerapan metode ini antara lain di Sungai Rio Grande dan Sungai San Fransisco (Lowry et al. 2007).

Di Mediteranian, Fedra (2007) menyertakan masyarakat dalam proses pengambilan keputusan alokasi air melalui tahap: 1) identifikasi individu atau kelompok masyarakat yang relevan, dengan kuesioner yang untuk mempermudah dan memperluas jangkauan disebarkan melalui internet; dan 2) Lokakarya pemilik kepentingan,

Tabel 3 Kasus Proses Kolaborasi Pemodelan (Michaud, 2009)

Kasus Studi	Jangka waktu	Sasaran	Pendekatan kolaborasi
Lake Ontario-St. Lawrence River Study	2000-2008	Pengaturan muka air Danau Ontario untuk mengakomodasi kebutuhan stakeholder	Kerangka kerja: SVP Piranti lunak: Stella, Excel
Middle Rio Grande Basin Study	2001-2002	Perencanaan penyediaan air tiga negara bagian	Kerangka kerja: Sandia Piranti lunak: Powersim
Northern California Drought Preparedness Planning	2004-2007	Program pengelolaan kekeringan secara komprehensif di Eldorado, California	Kerangka kerja: SVP Piranti lunak: Excel
Upper Gila/San Francisco River Basin Study	2005-2007	Sistem pendukung keputusan untuk mendukung peraturan tentang air 2004 di Arizona	Kerangka kerja: Sandia Piranti lunak: Powersim

untuk mengenalkan masyarakat pada proyek, serta menyerap aspirasi masyarakat. Model simulasi OPTIMA ini dapat diakses melalui internet oleh para pemangku kepentingan.

c) Profil Pengambilan Keputusan secara Kolaborasi dengan Bantuan Komputer

Istilah *Collaborative Computer Aided Decision Making* ini dipopulerkan oleh U.S. Army Corps of Engineer melalui rangkaian publikasi SVP, antara lain Imwiko et al. (2007), Stephenson et al. (2007), dan Michaud (2009). Imwiko et al. (2007) telah melaksanakan survei pengambilan keputusan secara kolaborasi dengan bantuan komputer, dan hasilnya adalah: 1) perencanaan dan pengelolaan sumber daya air merupakan bagian terbesar (65%) pengguna SVP; 2) sponsor terbesar adalah U.S. Army Corps of Engineer dan Masyarakat Ekonomi Eropa; 3) permasalahan yang ditangani paling banyak mengenai konflik penggunaan air dan evaluasi alternatif penyediaan air baku; 4) model yang banyak digunakan adalah model simulasi dinamika sistem Stella, Powersim, dan Vensim; dan 5) partisipasi masyarakat pada umumnya pada tahap pengumpulan data, dan juga pada tahap pengembangan model, serta evaluasi alternatif.

SPK UNTUK PERENCANAAN ALOKASI AIR DI INDONESIA

1 Perkembangan SPK untuk Perencanaan Alokasi Air di Indonesia

Implementasi sistem pendukung keputusan untuk alokasi air strategis di Indonesia dimulai dengan Proyek BTA-155 *Cisadane-Cimanuk Integrated Water Resources Development Study* (Delft Hydraulics dan Puslitbang Pengairan, 1989), yang menggunakan *Decision Support System – River Basin Simulation Model (DSS-Ribasim)* untuk menyusun rencana alokasi air strategis di Jawa Barat bagian utara. Model simulasi alokasi air DSS-Ribasim pada akhir-akhir ini juga digunakan pada berbagai studi penyusunan pola dan rencana pengelolaan sumber daya air, antara lain oleh Yulistiyanto dan Kironoto (2008) pada penyusunan rencana pengelolaan sumber daya air di Wilayah Sungai Progo-Opak-Serang.

DSS-Ribasim juga telah digunakan untuk mengatasi konflik air pada saat pengisian awal Waduk Cirata pada tahun 1990 yang menyebabkan Waduk Jatiluhur tidak menerima air dari Waduk Saguling selama beberapa bulan. Puslitbang Pengairan dan Delft Hydraulics (1990) telah melaksanakan berbagai simulasi DSS Ribasim berdasarkan skenario kondisi hidrologi dan lamanya pengisian Waduk Cirata. Hasil simulasi ini

telah digunakan sebagai sarana negosiasi antara pihak Proyek Otorita Jatiluhur (POJ) yang mengelola Waduk Jatiluhur, dan Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai pengelola Waduk Saguling dan Cirata pada saat itu.

Piranti lunak lain yang telah populer digunakan di Indonesia adalah *Water Resources Management Model (WRMM)* yang dikembangkan oleh Illich (2001), dan juga digunakan dalam alokasi air secara tepat waktu. Di samping itu, akhir-akhir ini semakin banyak ditemui penggunaan Ms-Excel dalam mendukung perencanaan alokasi air pada DAS yang sederhana (Hatmoko, 2006).

Febriamansyah (2006) menggunakan metode AHP untuk menyusun alternatif alokasi air yang paling bisa diterima oleh para pengguna air di sepanjang Sungai Tampo di Provinsi Sumatera Barat, berdasarkan penilaian sosio-institusional dan aspek fisik. Penggunaan metode AHP ini memungkinkan para pemilik kepentingan untuk menyatakan aspirasinya dengan membandingkan berbagai alternatif. Hambatannya adalah memerlukan banyak waktu, dan tidak dapat memprediksi dampak yang akan terjadi jika dipilih suatu strategi, berdasarkan atas suatu skenario tertentu.

2 Kebutuhan SPK untuk Perencanaan Alokasi Air di Indonesia

Untuk dapat merumuskan bagaimana penerapan sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan alokasi air berbasis masyarakat pengguna air, maka perlu diidentifikasi kondisi wilayah sungai di Indonesia, baik dari aspek fisik kondisi alam, infrastruktur buatan manusia, masyarakat pengguna air, pengelola wilayah sungai, serta hukum dan kelembagaan yang ada.

a) Kondisi Wilayah Sungai di Indonesia

Kondisi alam wilayah sungai di Indonesia pada umumnya hanya sebagian kecil wilayah yang mudah diakses dengan sarana transportasi yang ada, sebagian besar masih sulit dijangkau. Sementara kondisi hujan tropis sangat bervariasi secara spasial dan temporal. Dengan kondisi saat ini dimana pos duga air, pos hujan dan pos iklim sebagian besar masih dioperasikan secara manual, maka akses data secara tepat waktu sulit terealisasi. Kinerja bangunan air untuk mengatur alokasi air pada umumnya kurang baik, karena kurangnya pemeliharaan, serta rehabilitasi dan kalibrasi.

b) Pengguna Air

Tingkat pendidikan dan pengetahuan para pengguna air pada umumnya sangat beragam.

Perwakilan petani pemakai air sebagian besar berpendidikan rendah, tetapi memiliki kearifan lokal, pengalaman bertani dan mengatur air yang diwariskan turun-temurun. Pada umumnya para pemilik kepentingan belum memahami proses perencanaan alokasi air, terutama mengenai penentuan skenario, dan peranan sistem pendukung keputusan dalam penyusunan strategi. Sedangkan di pihak pengelola wilayah sungai, tersedianya sumber daya manusia yang trampil juga menjadi salah satu permasalahan utama.

c) Perangkat Hukum

Di Indonesia, walaupun telah disusun rancangan Peraturan Pemerintah tentang Hak Guna Air, tetapi kenyataannya sistem alokasi air di Indonesia belum sepenuhnya mengikuti sistem hak guna air, melainkan masih menggunakan sistem pasten (Dinar et al., 1997). Dengan sistem pasten ini diusahakan agar semua daerah irigasi mendapat jatah air dengan pasten atau konstanta faktor k , yaitu rasio antara pasokan air dengan kebutuhan air, yang sama. Sistem yang telah dijalankan sejak zaman Belanda ini memang tidak mendorong peningkatan efisiensi air, tetapi sangat mendukung prinsip keadilan sebagai salah satu unsur utama pengelolaan sumber daya air terpadu. Untuk sistem alokasi air di Indonesia yang tidak berdasarkan hak atas air, maka DSS yang berdasarkan pada hak atas air, seperti MODSIM kurang tepat diterapkan. Sebaliknya DSS yang dapat membagi air secara proporsional seperti DSS-Ribasim dan model alokasi air dari Ms-Excel (Hatmoko, 1998) akan lebih mudah digunakan di Indonesia.

d) Sistem Pendukung Keputusan Alokasi Air

Pada saat ini, para pemilik kepentingan, termasuk para pengelola wilayah sungai di Indonesia belum memiliki akses pada sistem pendukung keputusan untuk alokasi air. Sistem pendukung keputusan hanya digunakan oleh konsultan sebatas untuk penyusunan laporan studi pola dan rencana. Sementara laporan hasil studi pola dan rencana sering kali tidak transparan dalam pengungkapan data, proses dan hasil studi. Belum adanya sistem pendukung untuk perencanaan taktis dalam mengevaluasi pemberian izin penggunaan air telah membuat keputusan pemberian izin menjadi rangkaian rapat-rapat yang berkepanjangan.

e) Kriteria SPK untuk perencanaan alokasi air

Berdasarkan bahasan mengenai hukum, kelembagaan, sistem pendukung keputusan untuk perencanaan alokasi air di Indonesia diharapkan memenuhi kriteria-kriteria: (1) SPK tersebut harus dapat digunakan sebagai sarana negosiasi dalam

mencapai konsensus; (2) berorientasi pada data untuk menyajikan data agar didapat kesamaan persepsi; (3) memiliki fasilitas untuk mengelola berbagai skenario; (4) memiliki model untuk mengkaji dampak berbagai strategi alokasi air; (5) memiliki fasilitas untuk mengelola pangkalan data pengetahuan dan pengalaman yang ada (*knowledge base*); dan (6) mampu mengakomodasi sistem alokasi air yang berdasarkan pada prinsip keadilan bersama.

Sistem pendukung keputusan yang telah digunakan dalam proses penyusunan perencanaan alokasi air strategis, sebaiknya juga digunakan dalam implementasinya, yaitu pada perencanaan alokasi air taktis atau tahunan. Komponen penting yang harus ada dalam SPK ini harus mampu untuk: 1) meramalkan ketersediaan air ke depan; 2) mengakomodasi berbagai skenario yang diantisipasi, dan 3) memberikan indikasi dampak yang akan terjadi jika suatu alternatif alokasi air dilaksanakan.

STUDI KASUS ALOKASI AIR DI DAS CISADANE

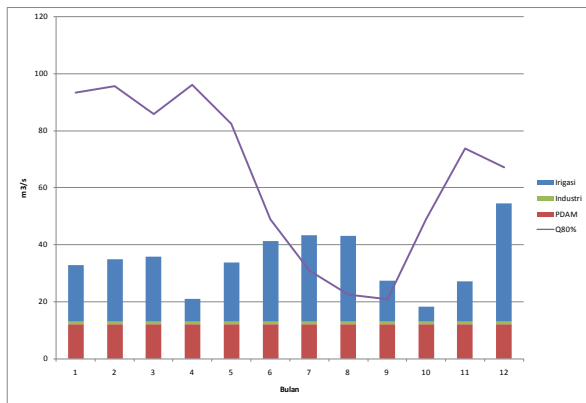
1 Kondisi Wilayah Studi

Sebagai studi kasus untuk mengkaji implementasi sistem pendukung keputusan untuk alokasi air secara partisipatoris di wilayah sungai, dipilih Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane, yang merupakan bagian dari Wilayah Sungai 6 Ci Cidanau- Ciujung- Cidurian- Cisadane- Ciliwung- Citarum. Studi perencanaan sumber daya air oleh Delft Hydraulics (1989), IWACO (1994) dan Delft Hydraulics (2001) mengharapkan wilayah sungai yang terdiri atas gabungan dari enam buah DAS ini, dapat mendukung kebutuhan air rumah tangga, perkotaan dan industri kota metropolitan Jakarta, di samping memenuhi kebutuhan pokok masyarakat dan irigasi pada DAS masing-masing.

Daerah Aliran Sungai Cisadane, dengan luas 5.456 km² termasuk dalam Wilayah Sungai 6 Ci Cidanau-Ciujung-Cidurian-Cisadane-Ciliwung-Citarum. DAS Cisadane ini meliputi wilayah administratif Provinsi Jawa Barat, yang terdiri atas Kabupaten Bogor dan Kota Bogor; dan Provinsi Banten, yang meliputi Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang, dan Kota Tangerang Selatan.

Bangunan air penting di DAS Cisadane adalah Bendung Empang yang mengairi daerah irigasi seluas 6.661 ha dan Bendung Pasarbaru yang mengairi daerah irigasi Pasarbaru Barat seluas 21.783 ha, dan daerah irigasi Pasarbaru Timur seluas 9.143 ha. Selain itu rencana pengembangan sumber daya air di DAS Cisadane terutama diarahkan untuk menunjang pemenuhan kebutuhan air baku untuk Jakarta bagian barat,

yang saat ini dialirkan melalui Serpong. Dari neraca air Sungai Cisdane di Bendung Pasarbaru yang disajikan pada Gambar 3 terlihat bahwa pada bulan Juli, Agustus, dan September terjadi defisit penggunaan air.



Gambar 3 Neraca Air Sungai Cisdane di Bendung Pasarbaru

2 Kelembagaan Pengelolaan Sumber Daya Air

Pengelola DAS Cisdane adalah Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisdane, yang merupakan lembaga di bawah Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum. Di samping itu untuk irigasi diantara 1.000 sampai dengan 3.000 ha, dikelola oleh Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman Provinsi Banten dan Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat. Sedangkan untuk irigasi dibawah 1.000 ha dikelola oleh kabupaten/kota terkait.

Secara formal, keberadaan para pemangku kepentingan pada wilayah sungai 6 Ci yang meliputi berbagai pengguna air, dengan kepentingan yang berbeda tersebut diwakili dalam forum Tim Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Air (TKPSDA) 6 Ci. Organisasi TKPSDA ini terbentuk berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 594/KPTS/NI/2010 tentang Pembentukan Tim Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Cidanau - Ciujung - Cidurian - Cisdane - Ciliwung - Citarum (WS 6 Ci). Tim terdiri atas 96 anggota, dimana setengahnya dari unsur pemerintah pusat, provinsi, dan kabupaten/kota; sedangkan sisanya non pemerintah, berupa lembaga swadaya masyarakat,

Pada saat ini yang secara nyata sudah aktif berjalan sebagai perwakilan para pemangku kepentingan di DAS Cisdane adalah Dewan Sumber Daya Air Provinsi Banten, yang dibentuk berdasarkan Keputusan Gubernur Banten Nomo 616.05/Kep.187-Huk/2008, Tanggal 30 April 2008,

diketahui oleh Gubernur Banten, dengan Ketua Harian Kepala Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman Provinsi Banten. Anggota dari unsur pemerintah berjumlah 12 orang, dan dari unsur non pemerintah 9 orang.

3 Sistem Pendukung Keputusan untuk Perencanaan Alokasi Air

Berbagai sistem pendukung keputusan untuk perencanaan alokasi air telah diterapkan di DAS Cisdane. Mulai dengan Delft Hydraulics dan Puslitbang Pengairan (1989) yang menggunakan DSS-Ribasim untuk perencanaan strategis sumber daya air di Jawa Barat bagian Utara, yang dilanjutkan dengan studi Sarana Bhuana Jaya (2005) dengan skematisasi yang disajikan pada Gambar 4. Untuk alokasi air secara tepat waktu pada Sungai Cisdane di Bendung Pasarbaru telah disusun model WRMM oleh Basin Water Resources Management Project (Virama Karya, 2000). Versi Ms-Excel yang relatif lebih sederhana dari model Ribasim dan WRMM untuk alokasi di Sungai Cisdane telah disusun oleh Hatmoko (2006) yang dijalankan dengan menggunakan instruksi makro untuk mengkaji dampak pembangunan rencana bendungan Parungbadak terhadap peningkatan keandalan penyediaan air irigasi dan air baku di Sungai Cisdane.

Model simulasi generik, seperti DSS-Ribasim dan WRMM dapat digunakan secara partisipatoris di DAS Cisdane, dengan menyertakan anggota TKPSDA, Dewan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat, Dewan Sumber Daya Air Provinsi Banten, dan masyarakat pengguna air lainnya dalam penyusunan skematisasi sistem tata air, perumusan sasaran, serta identifikasi upaya dan dampaknya. Peran serta masyarakat pengguna air dalam menentukan masukan SPK-AA ini dapat dilaksanakan dalam Pertemuan Konsultasi Masyarakat (PKM), yang menurut Keputusan Menteri PU no. 22/2009 tentang Penyusunan Pola Pengelolaan Sumber Daya Air, harus dilaksanakan minimal dua kali.

Penggunaan model simulasi generik untuk alokasi air ini sangat sesuai untuk analisis skenario "bagaimana jika" atau *what-if*, dan masyarakat dapat mengemukakan usulan gagasan upaya-upaya yang dapat diketahui dengan mudah dampak yang akan dihasilkan. Hasil dari dampak suatu upaya peningkatan kinerja alokasi air, sebagaimana pada permasalahan sumber daya air lainnya, pada umumnya bersifat multi kriteria. Hasil yang diperoleh dapat berupa peningkatan produksi pertanian, pemenuhan kebutuhan air bersih, peningkatan produksi energi listrik, biaya investasi serta operasi dan pemeliharaan, jumlah penduduk yang harus dipindahkan, erosi dan sedimentasi, serta kualitas air. Pemilihan strategi atau upaya

berdasarkan banyak kriteria ini sering kali sulit dilaksanakan secara sepakat oleh seluruh pemangku kepentingan. Agar dapat diperoleh konsensus bersama, maka suatu sistem pendukung keputusan analisis multi kriteria akan sangat membantu para pemangku kepentingan.

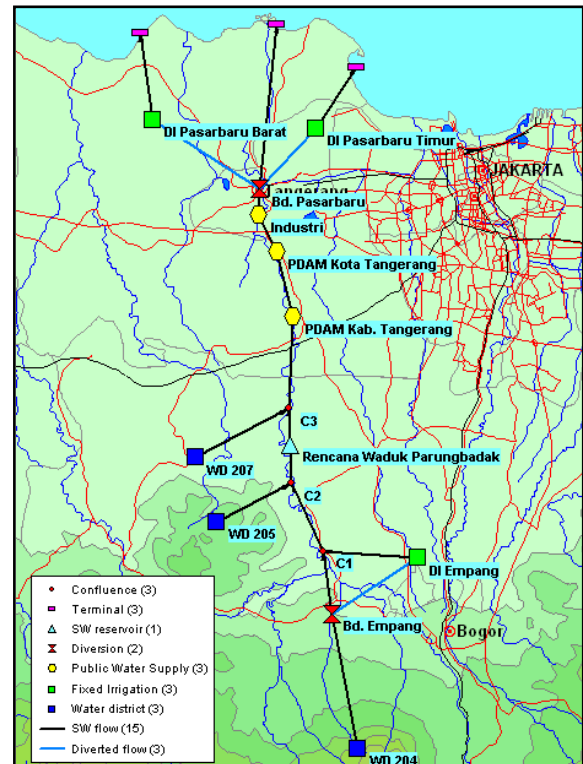
Salah satu jenis sistem pendukung keputusan untuk analisis multi kriteria adalah Analytical Hierarchy Process (AHP), yang dapat menyatukan preferensi para pemangku kepentingan dalam menentukan urutan prioritas upaya atau strategi perencanaan alokasi air.

Jika penerapan model DSS-Ribasim dan WRMM mengalami resistensi dari masyarakat para pemangku kepentingan karena dianggap buatan luar negeri, maka sebagai alternatif dapat dicoba menggunakan pendekatan perencanaan visi bersama atau *shared vision planning* (SVP). Dengan pendekatan SVP ini, masyarakat dapat ikut serta berperan aktif menyusun model, memasukkan data, dan merumuskan alternatif pengelolaan alokasi air dengan bantuan model dinamika sistem Powersim, Stella atau Vensim, di samping menggunakan Ms-Excel yang telah dikenal secara luas. Akan tetapi pendekatan ini hanya dapat dilaksanakan pada para pemangku kepentingan dengan tingkat pendidikan dan pemahaman yang cukup terhadap permasalahan sumber daya air.

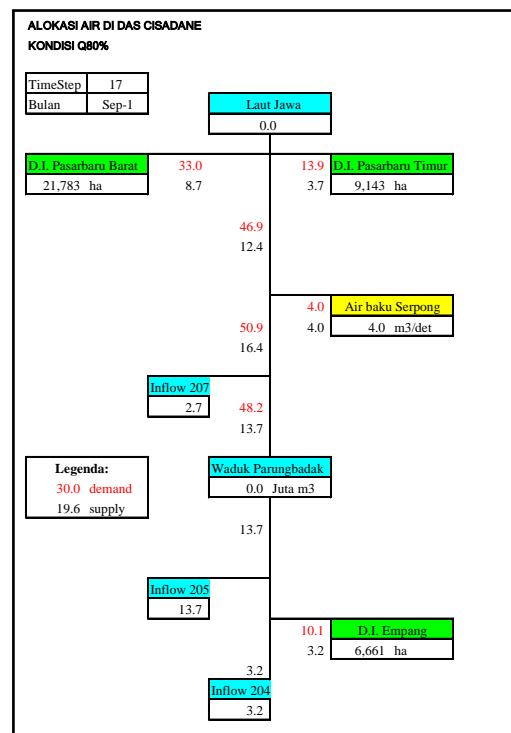
4 Ilustrasi Penggunaan Model Alokasi Air Ms-Excel secara Partisipatoris

Sebagai ilustrasi, jika dilakukan perencanaan alokasi air di DAS Cisadane secara partisipatoris, maka model Ms-Excel pada Gambar 5 diharapkan akan dapat digunakan untuk membantu memberikan solusi pada kondisi saat ini dan berbagai usulan solusi pemenuhan kebutuhan air.

Kondisi saat ini dapat diperlihatkan dengan melakukan simulasi dengan debit andalan Q80%, dan hasilnya adalah kekurangan air di Daerah Irigasi (DI) Pasarbaru Barat, Pasarbaru Timur, dan DI Empang, sementara air baku tidak kekurangan air sebab diberi prioritas utama. Untuk menanggulangi kekurangan air di DI Pasarbaru Barat dan Timur, maka diusulkan pembangunan Waduk Parungbadak dengan kapasitas 600 juta m³. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kekurangan air di DI Pasarbaru dapat ditanggulangi secara sempurna. Simulasi dapat pula dilakukan untuk mengkaji situasi penambahan pengambilan air. Jika ada permintaan ijin pengambilan air dari investor yang akan membangun kawasan industri dan permukiman, membutuhkan air 2 m³/s, maka simulasi memberikan hasil bahwa kondisi kekurangan air irigasi DI Pasarbaru akan semakin parah.



Gambar 4 Skematisasi DAS Cisadane dengan DSS-Ribasim (Sarana Bhuana Jaya, 2005)



Gambar 5 Model Ms-Excel untuk DAS Cisadane (Hatmoko, 2006)

Dengan kekurangan air yang terjadi sampai dengan akhir Oktober, maka akan mengganggu awal tanam, yaitu pada tahap persiapan lahan irigasi, jadi sebaiknya permintaan investor tersebut ditolak. Solusi kompromi adalah dengan mengizinkan kawasan industri mengambil air sebesar 1 m³/s, dan hasil simulasi menunjukkan bahwa kekurangan air irigasi pada akhir Oktober tidak separah pada pengambilan 2 m³/s.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa adanya sistem pendukung keputusan yang berbasis pada masyarakat pengguna air akan mendukung proses negosiasi alokasi air dalam mencapai konsensus bersama. Pada beberapa negara, sistem pendukung keputusan untuk alokasi air telah berkembang pesat menjadi sistem pendukung negosiasi, sistem pendukung negosiasi berbasis internet, dan pembantu resolusi konflik. Penerapan berbagai sistem pendukung keputusan tersebut di Indonesia masih perlu disesuaikan dengan kondisi masyarakat, kelembagaan dan alam wilayah sungai di Indonesia.

Untuk mendorong keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan alokasi air, maka perlu dikembangkan sistem pendukung keputusan untuk pengelolaan alokasi air secara partisipatoris. Pengembangan ini dapat dilakukan berdasarkan sistem yang sudah ada dan telah berjalan dalam perencanaan alokasi air strategis, yaitu untuk penyusunan pola dan rencana pengelolaan sumber daya air; perencanaan taktis untuk alokasi air tahunan dan pemberian izin penggunaan air; serta pelaksanaan operasional alokasi air secara tepat waktu.

Proses pengambilan keputusan secara partisipatoris dengan bantuan SPK ini dapat pula dipandang sebagai proses pembelajaran atau *capacity building* untuk para pemangku kepentingan. Dalam proses ini para pemangku kepentingan saling berbagi keterampilan, pengetahuan, dan visi, dalam meningkatkan pengelolaan sumber daya air untuk kepentingan masyarakat luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfieri, L., P. Perona, and P. Burlando. 2006. *Optimal Water Allocation for an Alpine Hydropower System Under Changing Scenarios*. *Water Resources Management* 20, no. 5 (May): 761-778.
- Apostolaki, S. and D. Assimacopoulos. 2007. *Integrating Visioning, RIDA and DSS activities in Alexandria*. 2nd SWITCH Scientific Meeting, Tel-Aviv, Israel, 25 - 29 November 2007
- Assaf, H., E. van Beek, and Labadie, 2008. *Generic Simulation Models For Facilitating Stakeholder Involvement In Water Resources Planning and Management: A Comparison, Evaluation, and Identification of Future Needs*, US Department of Energy Publications, University of Nebraska, Lincoln.
- Assimacopoulos, D. 2004. *An Integrated Decision Support System for the evaluation of water management strategies*. In IDS-Water Europe web conference. http://www.idswater.com/Common/Paper/Paper_15/Assimacopolous.pdf. Download date 11 December 2011.
- Bappenas, 2007. *The New Water Policy in Indonesia*, The State Ministry of National Development Planning / National Development Planning Agency, Jakarta
- Berger, Bret; Roger D. Hansen; Arlen Hilton. 2002. *Using the world-wide-web as a support system to enhance water management. Irrigation Advisory Services and Participatory Extension in Irrigation Management Workshop organised by FAO – ICID*, no. July.
- Cai, X., dan D.C. McKinney, 1997. *A Multiobjective Analysis Model for Negotiations in Regional Water Resources Allocation*, Proc. ASCE Specialty Conference on Water Resour. Plan. and Mgt., ASCE, p. 510-515, New York, NY.
- Cardwell, H., Stacy M. L. and K. Stephenson. 2008. *The Shared Vision Planning Primer: How to incorporate computer aided dispute resolution in water resources planning*. U.S. Army Corps of Engineers, Washington DC.
- Carraro, C, Marchiori, C. Dan A. Sgobbi, 2005. *Applications of Negotiation Theory to Water Issues*. FEEM Working Paper No. 65.05 University Ca' Foscari of Venice, Dept. of Economics Research Paper Series No. 09/06 World Bank Policy Research Working Paper No. 3641. Washington DC.

- Carraro, Carlo, Carmen Marchiori, and Alessandra Sgobbi. 2005. "Applications of Negotiation Theory to Water Issues." SSRN Electronic Journal. doi:10.2139/ssrn.722362. <http://ssrn.com/paper=722362>. Download date 11 December 2011.
- Delft Hydraulics dan Puslitbang Pengairan, 1989. *Main Report Cisadane-Cimanuk Integrated Water Resources Development Study (BTA-155 Project)*, Pusat Litbang Pengairan dan Delft Hydraulics, Bandung.
- Delft Hydraulics dan Puslitbang Pengairan, 1990. *Cirata Reservoir Impounding Policy*, Pusat Litbang Pengairan dan Delft Hydraulics, Bandung.
- Delft Hydraulics, 2001. *Main Report Jabotabek Water Resources Management Study (JWRMS)*, Ministry of Public Works, Jakarta.
- Dinar, A., Rosegrant, M.W., dan R. Meinzen-Dick, 1997. *Water Allocation Mechanisms Principles and Examples, Policy Research Working Paper 1779*, The World Bank. Washington DC.
- Febriamansyah, R., 2006. *The Use of AHP (The Analytic Hierarchy Process) Method For Irrigation IWACO, DHV, Delft Hydraulics, 1994. Jabotabek Water Resources Management Study, Final Report, Ministry of Public Works* Water Allocation In A Small River Basin (Case Study In Tampo River Basin In West Sumatra, Indonesia), Eleventh biennial global conference of IASCP, Survival of the commons: Mounting challenges and new realities, Bali 19-23 Juni 2006.
- Fedra, K., Kubat, M., dan Maja Zuvela. 2007. *Water Resources Management : Economic Valuation and Participatory Multi-Criteria Optimization. Proceeding of the Second IASTED International Conference*: 123-128. Honolulu, Hawaii.
- GWP-TAC, 2000. *Integrated Water Resources Management, TAC Background Papers no. 4*, Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.
- GWP dan INBO, 2009. *A Handbook for Integrated Water Resources Management In Basins*, Global Water Partnership dan International Network on Basin Organizations, Sweden.
- Harnanto, A., dan F. Hidayat, 2004. *Water Allocation in the Brantas River Basin, Conflicts and Its Resolutions*. Proceeding APHW, Kyoto. Paper ID 56-FWR-A403.
- Hatmoko, W., 1998. *Simulation Model for Water Allocation using Lotus-123, Proceeding The Tenth Afro-Asian Regional Conference, ICID, Bali, 19 - 24 July 1998*. ICID.
- Hatmoko, W. 2006. *Modeling of Real-Time Water Allocation Planning in Indonesia*, ICID Proceeding of the 3rd Asian Regional Conference, Kuala Lumpur, page A33, 1-12
- Hermans, L. M, 2001. *Using stakeholder analysis to increase the effectiveness and relevance of water resources systems modeling*, Proceedings of a symposium field during die Sixth IAHS Scientific Assembly at Maastricht, The Netherlands.
- Hwan Ko, I. 2009. *Development of a Decision Support System for Integrated Water Resources Management of the Citarum River Basin. Water*. ADB, Jakarta
- Ilich, Nesa. 2001. *The Benefits of Replacing LP Solvers in Basin Allocation Models with a Generalized Non-Linear Evolutionary Network Flow Solver (SFEP)*. World Water Congress 2001, no. 1: 47-47.
- Imwiko, A., Kiefer, J.C., Werick, W.J., Cardwell, H. E., dan M. A. Lorie. 2007. *Literature Review of Computer- Aided Collaborative Decision Making*. Water Resources. U.S. Army Corps of Engineers, Washington DC
- IWACO, DHV, Delft Hydraulics, 1994. *Jabotabek Water Resources Management Study, Final Report*, Ministry of Public Works, Jakarta
- Kersten, G. E. 1998. *Negotiation Support Systems and Negotiating Agents. Colloque SMAGET - 5 au 8 Octobre 1998. Laxenburg, Austria*.
- Labadie, John W. 1995. *MODSIM : Decision Support System for Integrated River Basin Management*. Colorado State University, Fort Collins.
- Leemhuis, C. , Jung G., Kasei R., dan J. Liebe, 2009. *The Volta Basin Water Allocation System: assessing the impact of small-scale reservoir development on the water resources of the Volta basin*, West Africa, Adv. Geosci., 21, 57-62, 2009
- Lorie, Mark A., and Hal E. Cardwell. 2007. *Collaborative Modeling for Water Management*. Southwest Hydrology, July/August 2007.
- Loucks, D. P.; Stedinger, J. R.; dan Haith, D. A. 1981. *Water Resources Systems Planning and Management*. New Jersey, Prentice-Hall.

- Loucks, D. P. dan E. Van Beek, 2005. *Water Resources Systems Planning and Management, An Introduction to Methods, Models and Applications*, UNESCO, Paris.
- Lowry, Thomas S, Suzanne A Pierce, Vincent C Tidwell, and William O Cain. 2007. *Merging Spatially Variant Physical Process Models under an Optimized Systems Dynamics Framework*. Sandia National Laboratories Albuquerque, New Mexico 87185 and Livermore, California 94550.
- Lund, Jay R, and Richard N Palmer. 1997. *Water Resource System Modeling for Conflict Resolution*. *Water Resources Update* 3/108.
- Mahmoud, M, and L Garcia. 2000. *Comparison of different multicriteria evaluation methods for the Red Bluff diversion dam*. *Environmental Modelling and Software* 15, no. 5 (July): 471-478.
- Mayasari, R. 2008. *Applying hydro-informatics to introduce IWRM in Asian river basin, The Case of the Citarum River Basin in Indonesia*. NARBO.
- Michaud, William R. 2009. *Performance Measures to Assess the Benefits of Shared Vision Planning and Other Collaborative Modeling Processes*. U.S. Army Corps of Engineers.
- Nandalal, KDW, and S.P. Simonovic. 2003. *State-of-the-art report on systems analysis methods for resolution of conflicts in water resources management*. UNESCO, Paris.
- Power, D.J. *A Brief History of Decision Support Systems*. DSSResources.COM, World Wide Web, <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>, version 4.0, March 10, 2007.
- Roman, M. D. S., 2005. *Systematization Of Water Allocation Systems: An Engineering Approach*. PhD. Dissertation, University of Connecticut.
- Sarana Bhuana Jaya, 2005. *Laporan Akhir Penyusunan Neraca Air Nasional (Tahap II)*, Ditjen Sumber Daya Air, Jakarta
- Sechi, Giovanni M, dan Andrea Sulis. 2010. *Intercomparison of Generic Simulation Models for Water Resource Systems*.
- Stephenson, K, Shabman, L. dan S Langsdale, 2007. *Computer Aided Dispute Resolution: Proceedings from the CADRe Workshop*. Albuquerque, New Mexico, September, 2007, U.S. Army Corps of Engineer.
- Suyanto, S., Permana, R.P., Setijono, D. dan Grahame Applegate, 2001. *Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Aktivitas Sosial Ekonomi dalam Kaitannya Dengan Penyebab dan Dampak Kebakaran Hutan dan Lahan di Sumatera*, Prosiding Seminar Sehari Policy on Natural Resources Management and Human Activities in Relationship with Forest and Land Fires, Bandar Lampung.
- Tohary, B., 1999. *Pelaksanaan Alokasi Air di Daerah Pengaliran Sungai Sampean*, Balai Pengelolaan Sumberdaya Air Wilayah Sungai Sampean Baru di Bondowoso.
- Van Cauwenbergh, N., D. Pinte, Tilmant, I. Frances, a. Pulido-Bosch, dan M. Vanclooster. 2007. *Multi-objective, multiple participant decision support for water management in the Andarax catchment, Almeria*. *Environmental Geology* 54, no. 3 (June): 479-489.
- Virama Karya, McDonald dan Wiratman, 2000. *Pedoman Penyusunan Model Alokasi Air dengan WRMM*, Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Jakarta.
- Yulistiyanto, B. dan B. A. Kironoto, 2008. *Kajian Pengembangan Pengelolaan Sumberdaya Air pada Wilayah Sungai Progo-Opak Serang dengan RIBASIM*, *Dinamika TEKNIK SIPIL*, Volume 8, Nomor 1, Januari 2008 : 10 – 2
- Yoe, C. E., dan K. D. Orth. 1996. *Planning Manual, IWR Report 96-R-21*. U.S. Army Corps of Engineers.